



Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Beban Pencemaran Sungai Di Indonesia Dilihat Dari Sumber Pencemarannya

Jefri Kurniawan^{1*}, Ani Kamal², Abdul Razak³, Widya Prarikeslan⁴

¹ Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Negeri Padang

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta

³ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

⁴ Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

^{1*}Jefrikurniawan@student.unp.ac.id, ²ekamal898@bunghatta.ac.id, ³ar210371@fmipa.unp.ac.id, ⁴widya_geo@fis.unp.ac.id

Abstrak

Artikel ini membahas faktor-faktor yang memengaruhi beban pencemaran sungai di Indonesia dengan fokus pada sumber pencemarnya. Dengan menggunakan metode kajian literatur, penelitian ini menganalisis data dari berbagai sungai selama periode 2020-2024. Hasil kajian menunjukkan bahwa aktivitas antropogenik seperti limbah domestik, limbah industri, dan limbah dari aktivitas pertanian serta limbah rumah sakit merupakan penyebab utama pencemaran sungai. Sebaliknya, faktor alami seperti debit sungai dan proses hidrologi juga berkontribusi. Artikel ini menyoroti dampak pencemaran terhadap ekosistem sungai, risiko kesehatan manusia, dan pentingnya pengelolaan sumber daya air yang terintegrasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan situasi kualitas air sungai di Indonesia serta merekomendasikan langkah-langkah strategis untuk pengendalian dan peningkatan kualitas air sungai.

Kata Kunci: Beban Pencemaran, Sungai, Sumber Pencemaran, Kajian Literatur

PENDAHULUAN

Sungai memiliki peran beragam dalam mempertahankan kehidupan, berfungsi sebagai sumber daya vital untuk fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi. Sungai menyediakan air untuk minum, pertanian, dan industri, sementara juga mendukung beragam ekosistem. Dalam fungsi ekologis, sungai merupakan ekosistem dinamis yang mendukung kehidupan berbagai spesies, baik akuatik maupun terestrial (Hildrew et al., 2023). Disamping itu, sungai berkontribusi pada siklus hidrologi yang mengangkut nutrisi dan bahan organik penting untuk kehidupan (Hildrew et al., 2023). Dalam fungsi sosial, sungai berfungsi sebagai rute transportasi, memfasilitasi perdagangan dan komunikasi (Rees, 2017). Hal ini dikarenakan sungai merupakan pusat praktik budaya, seperti pasar terapung yang mempromosikan warisan lokal. Dalam fungsi ekonomi, sungai mendukung pertanian dengan menyediakan irigasi dan sumber air minum yang memiliki peran penting untuk produksi pangan dan pertumbuhan ekonomi (Haarstrick & Sharma, 2024).

Vitalnya fungsi sungai dengan beragam aktivitas manusia diberbagai sektor menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Hal ini ditunjukkan oleh data Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2023 dimana jumlah sungai tercemar limbah di Indonesia mencapai 16.487 sungai. Tingginya beban pencemaran yang mengancam kualitas air sungai dapat mempengaruhi ekosistem akuatik yang berdampak pada berbagai sektor kehidupan manusia. Hal ini dapat menimbulkan ancaman signifikan terhadap fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi yang berdampak pada ekosistem dan kesehatan manusia sehingga memerlukan upaya konservasi yang mendesak (Haarstrick & Sharma, 2024). Pencemaran sungai pada dasarnya menjadi fokus permasalahan global. Sustainable Development Goals (SDGs) memiliki beberapa indikator salah satu diantaranya bertujuan untuk meningkatkan kualitas air, pengolahan air limbah dan penggunaan kembali yang aman.

Dalam mencapai tujuan tersebut, dibutuhkan identifikasi dan analisis terkait faktor apa saja yang mempengaruhi kualitas air sungai sebagai upaya untuk pengendaliannya. Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait faktor apa saja yang mempengaruhi penurunan kualitas air sungai di Indonesia namun masih dalam lingkup parsial. Penelitian lanjutan telah dilakukan oleh (Firmansyah et al., 2021) untuk memaparkan keadaan sungai yang ada di Indonesia dilihat dari kemampuan sungai untuk menampung beban polutan. Penelitian tersebut telah menginformasikan kondisi beberapa sungai di Indonesia dalam kurun waktu tujuh tahun dari tahun 2014 sampai 2020. Pada penelitian tersebut belum memetakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap beban pencemaran sungai ditinjau dari sumber pencemar berdasarkan aktivitas manusia. Hal tersebut yang menjadi fokus dalam penelitian ini untuk menggambarkan kondisi sungai di Indonesia disertai proses identifikasi faktor apa saja yang mempengaruhi beban pencemaran sungai ditinjau dari sumber pencemar berdasarkan faktor antropogenik dan faktor alam dalam kurun waktu 2020-2024.

METODE

Metode dalam penelitian ini adalah literatur review. Metode ini dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya, melakukan evaluasi literatur yang ada, mengidentifikasi pola dan tren, mensintesis temuan, mengidentifikasi kesenjangan penelitian, dan merekomendasikan topik penelitian baru. Metode ini merupakan dasar bagi peneliti untuk memahami dan membangun pengetahuan yang ada di bidangnya (Setiyo & Rochman, 2023).

Pencarian literatur menggunakan database google scholar dengan menggunakan kata kunci daya tampung beban pencemaran sungai. Jumlah artikel yang dikaji dalam penelitian ini adalah 10 (sepuluh) artikel dalam kurun waktu 5 (lima) tahun terakhir (2020-2024). Pembahasan dalam penelitian ini mencakup kondisi sungai di Indonesia dilihat dari dari kemampuan sungai untuk menampung beban polutan. Daftar penelitian sebelumnya yang menjadi rujukan dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Artikel yang Menjadi Rujukan

| No | Penulis | Judul | Penerbit | Tahun |
|----|---------------------|--|---|-------|
| 1 | Marlina et al | Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Sungai dengan Metode Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta) | Jurnal Serambi Engineering | 2020 |
| 2 | Lusiana et al | Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software Qual2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang) | Jurnal Wilayah dan Lingkungan | 2020 |
| 3 | Vichotama et al | Analisa Kualitas Air Tukad Badung, Denpasar, Bali Menggunakan Program Qual2Kw | Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air | 2021 |
| 4 | Wifarulah & Marlina | Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD, COD, dan TSS di Sungai Widuri dengan Menggunakan Software Qual2Kw | Jurnal Sanis dan Teknologi Lingkungan | 2021 |
| 5 | Ilfan et al | Analisis Daya Tampung Beban Pencemar <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) dan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) di Sungai Tembuku Kota Jambi Menggunakan Model QUAL2KW | Jurnal Daur Ulang | 2022 |
| 6 | Ulfa et al | Kajian Perhitungan Daya Tampung Sungai Winongo Segmen Tengah-Hilir Berdasarkan Parameter BOD Dan COD Dengan Program Qual2Kw | Jukung Jurnal Teknik Lingkungan | 2022 |
| 7 | Novita et al | Analisis daya tampung beban pencemaran sungai bedadung Jember menggunakan software WASP | Jurnal Teknosains | 2023 |
| 7 | Pratama et al | Analisa Status Mutu Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Di Sungai Way Jelai Provinsi Lampung | Jurnal Teknik Pengairan | 2022 |
| 8 | Gus Nengsih et al | Pendekatan Model WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) pada Pencemaran Logam Berat Cd di Sungai Kapuas Kecil | Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah | 2023 |
| 9 | Wiratmojo et al | Daya Tampung Beban Pencemaran Nitrat dan Fosfat Sungai Brantas Ruas Sengkaling-Tlogomas, Kota Malang | Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air | 2023 |
| 10 | Ghozali et al | Analisis Daya Dukung Sungai Menggunakan Qual2Kw: Studi Kasus Segmen Sungai Gajahwong, Yogyakarta | Jurnal Rekayasa Lingkungan | 2024 |

Sumber: Analisis Penulis, 2024

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesa literatur mengacu pada proses mengintegrasikan dan meringkas temuan dari berbagai studi untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang topik tertentu (Buchholz & Dickins, 2022). Sintesis pada penelitian ini berfokus pada lokus penelitian, tujuan penelitian, variabel independen dan hasil dari penelitian. Hasil sintesa literatur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sintesa Literatur

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|---|---|--|---|
| 1 | Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta. | Mengevaluasi dampak beban pencemaran terhadap parameter fosfat dan amonia sebagai dasar pengelolaan dan pengendalian kualitas air sungai di masa mendatang untuk mencapai kualitas dan kondisi sungai yang lebih baik. | <ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi Amonia; Konsentrasi Fosfat; <i>Total Suspended Solid</i> (TSS). | <ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi amonia dalam air sungai tidak memenuhi nilai ambang batas kualitas air sungai kelas I. Di beberapa segmen, kadar fosfat tidak memenuhi nilai ambang batas kualitas air sungai kelas I. Semua lokasi <i>sampling</i> menggambarkan nilai konsentrasi TSS tidak memenuhi nilai ambang batas kualitas air sungai kelas I dan II. |
| 2 | Sungai Brantas yang melewati Kota Malang. | <ul style="list-style-type: none"> Mengetahui tren kualitas air sungai dengan metode pemodelan QUAL2Kw; Menghitung tingkat pencemaran sungai dan menentuakn status mutu dengan menggunakan metode indeks pencemaran Menghitung daya tampung beban pencemaran | <ul style="list-style-type: none"> Parameter kualitas air (Temperatur, pH, <i>Disolve Oxygen</i> (DO), <i>Biochemical oxygen demand</i> (BOD), <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), <i>Total Suspended Solid</i> (TSS), <i>Nitrate</i>, <i>Ammonia</i>, <i>Phospahate</i>, <i>Fecal Coliform</i>; Konsentrasi air limbah dari operasional rumah sakit; Konsentrasi air limbah dari kegiatan industri; Konsentrasi air limbah dari kegiatan pemukiman; Limpanan kegiatan pertanian | <ul style="list-style-type: none"> Terdapat 10 (sepuluh) lokasi pengambilan sampel yang berstatus cemar ringan dan dua lokasi pengambilan sampel yang berstatus cemar sedang, yaitu lokasi keenam dan lokasi kesepuluh Lokasi pengambilan sampel keenam merupakan lokasi yang paling banyak menerima polutan, sehingga beberapa parameter melebihi baku mutu dan memiliki status mutu paling tinggi dibanding lokasi lainnya; Berdasarkan hasil pengukuran pH di 12 (dua belas) lokasi, terdapat 11 (sebelas) lokasi dengan hasil tidak memenuhi baku mutu; Lokasi dengan nilai pH paling tinggi yaitu 8,3 berada pada lokasi yang berada dekat rumah sakit; Kadar nitrat paling tinggi berada pada area yang berdekatan dengan kegiatan pertanian; Lokasi pertama berdekatan dengan industri dan rumah sakit yang mana lokasi tersebut tidak dapat untuk menampung beban polutan untuk kadar BOD, Nitrat, Amonia, dan Fosfat. Lokasi kedua yang menerima sumber pencemaran dari |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|--------------------------------------|--|---|---|
| | | | | <p>limbah domestik dan rumah sakit menunjukkan bahwa parameter yang melampaui daya tampung beban pencemaran antara lain BOD, Nitrat, Amonia dan Fosfat;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lokasi ketiga yang menerima sumber pencemaran dari permukiman menunjukkan bahwa parameter yang melampaui daya tampung beban pencemaran adalah BOD, Nitrat dan Fosfat. • Parameter yang melebihi daya tampung terkait beban pencemaran di lokasi keempat adalah parameter BOD, Nitrat, <i>Ammonia</i> dan <i>Phosphate</i>. Lokasi keempat berdekatan dengan rumah sakit; • Parameter terbesar melebihi daya tampung beban pencemaran di lokasi kelima adalah Nitrat. Lokasi kelima berdekatan dengan kegiatan pemukiman dan kegiatan industri cat; • Parameter terbesar melebihi daya tampung beban pencemaran di lokasi keenam diantaranya COD. Lokasi ini memiliki kualitas air paling rendah diantara lokasi lainnya dikarenakan menerima beban pencemaran dari kegiatan industri rokok; • Lokasi kesembilan berlokasi pada kawasan persawahan dan perkebunan. Parameter yang terbesar melebihi daya tampung beban pencemaran di antaranya Nitrat dan BOD. |
| 3 | Sungai Tukad Badung, Denpasar, Bali. | <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi tren kualitas air sungai; • Menevaluasi daya tampung beban pencemaran. | Parameter kualitas air (Temperatur, pH, <i>Disolve Oxygen</i> (DO), <i>Biochemical oxygen demand</i> (BOD), <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), <i>Total Suspended Solid</i> (TSS), <i>Phosphahate</i> , <i>Total Coliform</i> . | <ul style="list-style-type: none"> • Limbah yang berasal dari aktivitas industri, pasar, rumah sakit, dan limbah rumah tangga adalah beberapa sumber pencemar kualitas air sungai Tukad Badung; • Produksi limbah yang dialirkan ke Sungai Tukad Badung berasal lebih kurang dari 393 industri pakaian jadi, 129 industri pembatikan, 663 di industri pembuatan kain, 393 produksi sablon atau percetakan, 132 pembuatan |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|-----------------------------------|---|---|--|
| | | | | <p>tahu dan tempe, termasuk juga 158 produksi logam di wilayah Dauh Puri Kangin sampai dengan Waduk Muara.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 75% indikator pengujian terhadap kualitas air mencapai baku mutu kelas II. • Indikator yang tidak mencapai baku mutu air yaitu BOD dan Fosfat; • Terjadi tren penurunan kualitas air khususnya untuk paramter BOD dan Fosfat. Kandungan nilai BOD meningkat 8,93% dan kandungani Fosfat naik 16,67% dari tahun sebelumnya. |
| 4 | Sungai Widuri, Kecamatan Gamping. | <ul style="list-style-type: none"> • Analisis kualitas air Sungai Widuri dengan melalui komparasi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur DIY no. 20 tahun 2008; • Menganalisa daya tampung terkait beban pencemar menggunakan software pemodelan QUAL2KW. | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi COD; • Konsentrasi BOD; • <i>Total Suspended Solid</i> (TSS). | <ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan data sampel yang diperoleh, hasil uji parameter BOD dan COD di semua lokasi pengambilan sampel tidak memenuhi baku mutu air kelas II menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Provinsi DIY • Kandungan TSS yang terdapat di lokasi titik 1 (satu) ke lokasi titik 2 (dua) menunjukkan adanya kenaikan, dimana pada lokasi pengamatan titik 2 (dua) terjadi peningkatan kecepatan aliran dari 0,33 m/s menjadi 0,55 m/s. • Konsentrasi TSS dari lokasi pemantauan 3 (tiga) sampai dengan lokasi pemantauan 5 (lima) mengalami pengurangan. Kondisi ini diakibatkan karena faktor jumlah bebatuan yang cukup tinggi serta adanya tumbuh-tumbuhan seperti semak belukar maupun tanaman akar pohon di titik pantau 4 (empat) hingga titik pantau 5 (lima) yang ikut mempertahankan partikel-partikel tersuspensi. • Secara keseluruhan, nilai kapasitas pada keseluruhan indikator dan sebagian segmen menunjukkan nilai positif (+). Hal ini mengindikasikan tidak terjadi |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|--|--|--|--|
| | | | | penurunan daya tampung beban pencemaran sungai Widuri di sejumlah titik segmen sehingga sungai masih dapat mengakomodasi muatan pencemaran di beberapa lokasi. |
| 5 | Anak sungai DAS Batanghari Kota Jambi, yakni Sungai Tembuku. Lokasi hulu Sungai Tembuku terletak di Kelurahan Thehok, Kecamatan Jambi selatan dan lokasi hilir anak sungai Tembuku terletak di Simpang Lampu Merah Sijenjang-Pasar Kasang. | Menghitung daya tampung <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) dan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) dari Sungai Tembuku dengan menggunakan software pemodelan Qual2Kw untuk mengetahui seberapa besar daya tampung Sungai Tembuku Kota Jambi. | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi COD; • Konsentrasi BOD. | <ul style="list-style-type: none"> • Kondisi yang ada di Sungai Tembuku pada parameter BOD dan COD berada pada kondisi di bawah baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Kelas II); • Dalam penelitian ini terdapat 7 (tujuh) sumber pencemar; • Aliran air buangan domestik, aliran air buangan industri, serta aliran anak sungai menjadi faktor penyebab pencemar yang dapat masuk ke dalam badan air Sungai Tembuku. • Nilai daya tampung Sungai Tembuku yang positif pada setiap segmennya memperlihatkan kondisi Sungai Tembuku mampu mengakomodasi muatan pencemar yang mengalir ke badan airnya; • Kapasitas daya tampung beban pencemaran minimum untuk kedua parameter tersebut terdapat pada segmen 2. Penyebabnya dikarenakan beban pencemar berupa industri tahu sebagai sumber pencemar terbesar di segmen 2 sudah melebihi baku mutu air kelas II. • Perubahan daya tampung beban pencemar dapat berubah. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah beban limbah yang mengalir, penambahan jumlah segmen, dan pengaruh musim (waktu penelitian). |
| 6 | Sungai Winongo, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). | Mengkaji besarnya daya tampung beban pencemar berbasis parameter BOD dan COD Sungai | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi COD; • Konsentrasi BOD. | <ul style="list-style-type: none"> • Hampir semua kadar BOD dengan nilai maksimum yang diperoleh melewati baku mutu air kelas II yang diatur |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|---|---|---|--|
| | | Winongo melalui pemodelan Qual2Kw. | | <p>dalam Pergub DIY No. 20 Tahun 2008;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi BOD maksimum terdapat pada titik sampling 6 (enam) yaitu sebesar 6,3 mg/L. Kondisi ini disebabkan karena posisi sampling berdekatan dengan aliran limbah industri kayu; • Berdasarkan hasil uji kualitas air, semakin ke hilir konsentrasi COD semakin meningkat. Hal ini dikarenakan 12 (dua belas) titik pengambilan sampel berada pada alur air sungai yang masuk ke kawasan pemukiman dengan penduduk yang padat. Masih banyak penduduk yang menjadikan air sungai digunakan sebagai MCK, pembuangan limbah, dan usaha peternakan; • Berdasarkan hasil penentuan daya tampung beban pencemaran, diketahui kondisi mutu air berbasis pemantauan partikel COD dan BOD Sungai Winongo pada beberapa segmen telah melewati daya tampung minimum; • Besarnya beban pencemaran pada titik 3 (tiga), 5 (lima) dan 10 (sepuluh) disebabkan oleh buangan dari aktivitas rumah tangga. |
| 7 | Lokasi kajian adalah Sungai Bedadung segmen Patrang – Ajung, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Lokasi pengambilan sampel terbagi atas 4 titik validasi, sedangkan untuk titik lokasi data sekunder terbagi menjadi 21 titik pantau. | Memodelkan parameter <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Total Suspended Solid (TSS)</i> serta penetapan daya tampung beban pencemaran Sungai Bedadung menggunakan <i>Water Quality Analysis Simulation Program (WASP)</i> . | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i>; • Konsentrasi <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan hasil pemodelan beban pencemaran terjadi peningkatan nilai beban pencemaran baik untuk parameter BOD maupun TSS. Peningkatan yang paling signifikan terjadi pada segmen BDG16-BDG17. Hal ini terjadi karena terdapat masukan sumber pencemar dengan jumlah yang cukup banyak (8 titik sumber pencemar) pada segmen tersebut. Sumber pencemar ini berasal dari kegiatan domestik. Selain itu, bagian ini merupakan daerah perkotaan yang padat penduduk dengan saluran pembuangan limbah di dekat |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|---|---|--|--|
| | | | | <p>sungai, sehingga banyak limbah-termasuk limbah hotel, industri, dan rumah tangga-yang masuk ke saluran air yang menjadi penyebab utama tingginya tingkat pencemaran;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baik pengukuran BOD maupun TSS menunjukkan penurunan yang mencolok pada kemampuan segmen BDG16-BDG17 untuk mengangkut beban polusi. Beban polutan yang tinggi di ruas tersebut merupakan penyebab penurunan daya tampung ini. • Secara keseluruhan, nilai daya tampung setiap segmen dan semua metrik tetap positif (+). Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Bedadung Patrang-Ajung dalam menangani beban pencemaran tidak terpengaruh di setiap segmennya, yang berarti bahwa sungai tersebut masih dapat menangani beban pencemaran. |
| 8 | Sungai Kapuas Kecil dengan total panjang sungai yang disimulasikan 5,34 km dan di pecah menjadi 5 segmen. Panjang segmen memiliki rentang 780- 1.330 meter. | <ul style="list-style-type: none"> • Mensimulasikan sebaran kadmium (Cd); • Menghitung Daya Tampung Beban Pencemaran di Sungai Kapuas Kecil menggunakan <i>software</i> WASP. | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrai sebaran kadmium (Cd). • Debit air sungai | <ul style="list-style-type: none"> • Pada segmen 3–5, pola penyebaran kadmium (Cd) meningkat secara signifikan pada saat debit minimum. • Beban pencemaran parameter kadmium (Cd) di Sungai Kapuas Kecil bagian hulu hingga hilir harus diturunkan sebesar 90% atau 1,44 kg/hari berdasarkan rekapitulasi daya tampung beban pencemaran. Hal ini disebabkan karena kegiatan pembuatan kapal dapat menyumbangkan limbah yang mengandung logam berat kadmium |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • Sungai Brantas bagian perbatasan dengan Kota Batu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang dan Kota Malang; • Dimulai dari titik DAM Sengkaling hingga titik | Mengetahui daya tampung pencemar di Sungai Brantas untuk parameter Nitrat dan Fosfat. | <ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi Nitrat; • Konsentrasi Fosfat. | Beban pencemaran Sungai Brantas pada tahun 2022 diklaim masih dapat ditampung oleh segmen DAM Sengkaling-Tlogomas yang memiliki kapasitas 7.481 kg/hari untuk kriteria Nitrat dan 1.359 kg/hari untuk parameter Fosfat, meskipun pada kenyataannya Baku Mutu Air Kelas II untuk parameter Fosfat telah |

| No | Lokus Penelitian | Tujuan Penelitian | Variabel Independen | Hasil |
|----|---|---|---|---|
| | Jembatan Tlogomas sebanyak 2 titik dengan jarak diantara keduanya sepanjang lebih kurang 4,0 km | | | terlampau oleh hasil kualitas air berdasarkan Baku Mutu. |
| 10 | Sungai Gajahwong, D.I. Yogyakarta, pada segmen dari Jembatan Balerejo hingga Bendungan Wirokerten | <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung Daya Tampung Pencemar; • Mengevaluasi beban pencemaran yang diperlukan peningkatan air. | <ul style="list-style-type: none"> • Parameter fisik penampang sungai (debit, dimensi sungai); • Parameter kualitas air sungai (pH, nitrat, fosfat, BOD, DO). | <ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan beban pencemaran yang masuk diperlukan karena konsentrasi parameter BOD dan fosfat telah melampaui ambang batas. • Tingginya kadar fosfat dan BOD di segmen Balerejo-Wirokerten disebabkan oleh banyaknya pemukiman di sepanjang Sungai Gajahwong. Selain itu, sungai ini dilayani oleh beberapa jaringan pipa pembuangan langsung dari masyarakat dan saluran pembuangan; • Model distribusi polutan menunjukkan bahwa daya dukung sungai telah terlampaui. Parameter BOD dan fosfat merupakan sumber utama pencemaran • Sementara pengurangan fosfat mencapai setidaknya 470% dari beban awal yang terkontaminasi, persentase pengurangan BOD umumnya turun antara 70% dan 150%. |

Sumber: Analisis Penulis, 2024

Pengurangan beban pencemaran ditetapkan untuk setiap sumber pencemar sesuai (proporsional) dengan besarnya kontribusi beban masing-masing sumber pencemar terhadap total beban pencemaran aktual dalam satu segmen atau zonasi Badan Air Permukaan atau Daerah Aliran Sungai (DAS), hal ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Beban pencemaran di sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama yang berasal dari aktivitas antropogenik dan proses alam. Aktivitas manusia adalah pendorong utama penurunan lingkungan yang secara signifikan berdampak pada berbagai komponen ekologis. Tentunya ini menjadi tantangan serius dalam pengelolaan sumber daya sungai. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap beban pencemaran sungai antara lain faktor antropogenik seperti limbah domestik, limbah industri, dan limbah lainnya.

Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan permukiman, perkantoran, area komersial dan kegiatan lainnya yang sejenis. Limbah domestik menjadi salah satu komponen terbesar yang mengakibatkan tercemarnya sungai di Indonesia. Data Badan Pusat Statistik Tahun 2023 menyebutkan terdapat 9.066 sungai yang tercemar limbah domestik. Hal ini juga ditunjukkan pada sintesa literatur yang dilakukan dimana terdapat 6 (enam) dari 10 (sepuluh) sungai terindikasi pencemaran yang diakibatkan oleh limbah domestik. Sungai tersebut diantaranya adalah sungai Code, sungai Gajah Wong, sungai Brantas, sungai Tembuku, sungai Winongo dan sungai Bedadung. Aktivitas utama yang menyebabkan pencemaran limbah domestik pada sungai diantaranya kegiatan Mandi, Cuci, Kakus (MCK), dan pembuangan *effluent*. Lokasi keberadaan sungai juga menjadi faktor tingginya limbah domestik yang dihasilkan dimana semakin urban letak keberadaan suatu sungai, maka potensi pencemaran akibat limbah domestik akan semakin tinggi.

Tingginya beban pencemaran limbah domestik pada suatu sungai berkontribusi pada penurunan kualitas air, dampak ekologis dan resiko kesehatan manusia. Beban pencemaran organik dari limbah domestik menyebabkan penurunan kadar Dissolve Oxygen (DO), seperti yang ditunjukkan oleh tingginya konsentrasi Biological Oxygen Demand (BOD) dan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) (Novita et al., 2023). Disamping itu limbah deterjen dari aktivitas domestik berkontribusi terhadap penurunan kualitas air. Konsentrasi fosfat yang tinggi pada badan air disebabkan oleh detergen (Rahmadani et al., 2021). Kandungan fosfat yang tinggi dalam kehidupan perairan dapat berdampak pada kualitas air antara lain mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, mengganggu aktivitas di sekitar perairan, dan juga dapat menyebabkan penurunan kualitas air (Rahmadani et al., 2021). Limbah domestik secara signifikan merusak ekosistem sungai karena mengandung beban pencemar dengan konsentrasi yang tinggi. Hal ini menyebabkan kerusakan lingkungan yang sulit untuk diperbaiki, namun hal tersebut dapat diatasi dengan upaya pemurnian sungai secara bertahap sehingga meningkatkan kualitas air dari waktu ke waktu (Xie et al., 2022).

Limbah Industri

Limbah industri mengacu pada limbah cair yang dibuang dari fasilitas industri, limbah ini pada umumnya mengandung bahan kimia berbahaya dan beban pencemaran yang secara signifikan dapat menurunkan kualitas air. Dampak limbah tersebut pada sungai sangat besar, menyebabkan kerusakan ekologis dan risiko kesehatan bagi masyarakat yang memanfaatkan sumber air ini. Data Badan Pusat Statistik Tahun 2023 menyebutkan bahwa pada tahun 2023 terdapat 6.027 sungai yang tercemar oleh limbah industri. Dalam sintesa literatur yang dilakukan, terdapat 5 (lima) dari 10 (sepuluh) sungai yang terindikasi tercemar oleh limbah industri. Sungai tersebut diantaranya adalah sungai Brantas, sungai Tukad, sungai Tembuku, sungai Winongo, dan sungai Bedadung. Aktivitas industri yang menyebabkan pencemaran pada sungai-sungai tersebut diantaranya adalah industri rokok, industri tekstil, industri sablon, industri tahu, industri logam dan industri kayu. Limbah industri sering mengandung logam berat, senyawa organik dan zat beracun lainnya yang mengubah komposisi kimia air (Mmonwuba et al., 2023; Onukogu et al., 2023). Hal ini terlihat pada komposisi nitrat yang tinggi pada sungai Brantas yang terkontaminasi limbah dari industri rokok. Diperlukan pengolahan dan pengelolaan air limbah industri untuk mengurangi dampak limbah industri (Onukogu et al., 2023). Upaya pengelolaan ini diantaranya adalah penegakan peraturan, keterlibatan masyarakat, dan penerapan teknologi yang terbaru (Onukogu et al., 2023).

Limbah Lainnya

Limbah lainnya yang menjadi hasil sintesis dalam penelitian meliputi limbah dari hasil aktivitas pertanian, aktivitas pekebunan, aktivitas peternakan, aktivitas rumah sakit dan aktivitas pelabuhan. Limbah pertanian mengacu pada produk sampingan yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, termasuk residu tanaman, kotoran hewan, dan bahan kimia seperti pupuk dan pestisida. Limbah ini dapat berdampak signifikan pada ekosistem sungai, terutama melalui polusi dan limpasan nutrisi, yang merusak kualitas air. Studi menunjukkan bahwa limpasan pertanian dapat menyebabkan peningkatan kadar nitrat dan polutan lainnya dalam air sungai, sehingga tidak aman untuk dikonsumsi manusia (Setyaningsih & Sanjaya, 2022). Limbah perkebunan mengacu pada air limbah yang dihasilkan dari praktik perkebunan, terutama dari pabrik pengolahan seperti pabrik teh dan kelapa sawit. Limbah pertanian mengacu pada produk sampingan yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, termasuk pupuk kandang, residu tanaman, dan limpasan kimia dari pupuk dan pestisida. Limbah rumah sakit mengacu pada air limbah yang dihasilkan dari fasilitas kesehatan, yang mengandung campuran patogen, obat-obatan, dan bahan kimia berbahaya. Limbah ini dapat berdampak signifikan pada ekosistem sungai, yang menyebabkan kontaminasi dan risiko kesehatan bagi kehidupan air dan manusia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aktivitas industri, aktivitas rumah tangga, dan aktivitas manusia lainnya menyumbang sebagian besar beban pencemaran sungai-sungai di Indonesia, yang berdampak besar pada kualitas air di Indonesia. Beban pencemaran juga meningkat oleh unsur-unsur alami seperti pola debit air. Beberapa sungai telah melampaui daya tampung pencemaran, sementara lainnya masih mampu menampung beban pencemaran tertentu. Pemerintah, masyarakat, dan sektor korporat harus bekerja sama untuk mengadopsi kebijakan perlindungan lingkungan, pengolahan limbah, dan pengelolaan sungai untuk mengatasi masalah ini. Tujuan ke-6 tentang pengelolaan air berkelanjutan dari SDGs akan terbantu dengan pendekatan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini, terutama kepada para dosen di lingkungan Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Padang yang telah memberikan bimbingan dan arahan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para penulis artikel yang menjadi rujukan utama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Y. W., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2021). Kondisi Sungai di Indonesia Ditinjau dari Daya Tampung Beban Pencemaran: Studi Literatur. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2), 1879–1890. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2889>
- Ghozali, A. A., Yoshua, Eviane, D., & Lestari, A. D. N. (2024). Analisis Daya Dukung Sungai Menggunakan QUAL2Kw : Studi Kasus Segmen Sungai Gajahwong, Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 24(1), 27–38.
- Gus Nengsih, K., Purnaini, R., & Saziati, O. (2023). Pendekatan Model WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) pada Pencemaran Logam Berat Cd di Sungai Kapuas Kecil. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 084. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i1.59397>
- Haarstrick, A., Sharma, L., 2024. Urban river pollution control. In: *Managing Urban Rivers*. Elsevier, pp. 131–159.
- Hildrew, Alan, and Paul Giller, 'Rivers as ecological systems', *The Biology and Ecology of Streams and Rivers*, 2nd edn (Oxford, 2023; online edn, Oxford Academic, 22 June 2023), <https://doi.org/10.1093/oso/9780198516101.003.0001>
- Ilfan, F., Gusri, L., L.C.H, W., & Siregar, C. R. M. (2022). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Biochemical Oxygen Demand (Bod) dan Chemical Oxygen Demand (COD) di Sungai Tembuku Kota Jambi Menggunakan Model QUAL2KW. *Jurnal Daur Lingkungan*, 5(2), 68. <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i2.145>
- Lusiana, N., Sulianto, A. A., Devianto, L. A., & Sabina, S. (2020). Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 8(2), 161–176. <https://doi.org/10.14710/jwl.8.2.161-176>
- Marlina, N., Brontowiyono, W., & Chasna, R. (2020). Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Sungai dengan Metode Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i4.2323>
- Novita, E., Bisri, M. I. M., & Pradana, H. A. (2023). Analisis daya tampung beban pencemaran sungai bedadung Jember menggunakan software wasp. *Jurnal Teknosains*, 13(1), 75. <https://doi.org/10.22146/teknosains.81383>
- Pratama, D., Yanda, R., & Fajar, M. (2022). Analisa Status Mutu Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Di Sungai Way Jelai Provinsi Lampung. *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(2), 128–140. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.01>
- Rahmadani, P. A., Wicaksono, A., Jayanthi, O. W., Effendy, M., Nuzula, N. I., Kartika, A. G. D., Syaifullah, M., Putri, D. S., & Hariyanti, A. (2021). Analisa Kadar Fosfat Sebagai Parameter Cemar Bahan Baku Garam Pada Badan Sungai, Muara, Dan Pantai Di Desa Padelagan Kabupaten Pamekasan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(4), 318–323. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i4.12835>
- Setiyo, M., & Rochman, M. L. (2023). Literature review: An effective method for identifying science and technology updates. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 3(3 Special issue), 114–118. <https://doi.org/10.31603/mesi.10787>
- Ulfa, Q. A., Marlina, N., & Wantoputri, N. I. (2022). Kajian Perhitungan Daya Tampung Sungai Winongo Segmen Tengah-Hilir Berdasarkan Parameter Bod Dan Cod Dengan Program Qual2Kw. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 8(1), 52–71. <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.12990>
- Vichotama, R., Haribowo, R., & Prayogo, T. B. (2021). Analisa Kualitas Air Sungai Tukad Badung, Denpasar, Bali Menggunakan Program QUAL2Kw. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 40–51. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.04>
- Wifarulah, Y. O., & Marlina, N. (2021). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Bod, Cod, Dan Tss Di Sungai Widuri Dengan Menggunakan Software Qual2Kw. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art1>
- Wiratmojo, M. A., Tri Budi Prayogo, & Emma Yuliani. (2023). Daya Tampung Beban Pencemaran Nitrat dan Fosfat Sungai Brantas Ruas Sengkaling-Tlogomas, Kota Malang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 205–216. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.2.018>
- Xie, Y., Liu, X., Wei, H., Chen, X., Gong, N., Ahmad, S., Lee, T., Ismail, S., & Ni, S. Q. (2022). Insight into impact of sewage discharge on microbial dynamics and pathogenicity in river ecosystem. *Scientific Reports*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09579-x>